

## PERANCANGAN KONVEYOR PENGISIAN BEJANA MENGUNAKAN KONTROL PID

Ainur Rofiq<sup>1,a</sup>, Bambang Riyanta<sup>1,b</sup>, Muh Budi Nur Rahman<sup>1,c</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183.

<sup>a</sup>[Ainur.rofiq.2015@ft.umy.ac.id](mailto:Ainur.rofiq.2015@ft.umy.ac.id)

### Intisari

Dirancangnya alat ini diharapkan membantu proses pengisian dan pemindahan larutan yang memerlukan ketelitian dan mengurangi resiko akibat tumpahnya larutan. Dalam kegiatan di laboratorium proses pengisian larutan masih banyak dilakukan secara manual. Pengisian secara manual biasanya kurang akurat, bila tumpah bisa jadi membahayakan. Diperlukan alat pengisian larutan secara otomatis agar teliti dan aman. Spesifikasi konveyor dengan jenis beban satuan (*unit load*) dan arah pemindahan beban pengangkutannya secara horizontal. Material pada kerangka menggunakan besi siku dengan tebal 3 mm, untuk kerangka proses pengisian menggunakan akrilik (*PMMA Plastic*) dengan ketebalan 5 mm. Tahapan perancangan terdiri : studi literatur, menentukan kapasitas konveyor, menghitung daya konsumsi, menentukan tegangan efektif belt, menentukan sisi kencang dan sisi kendur drive, menentukan umur nominal bantalan, menghitung daya motor, membuat desain, dan Analisis kekuatan struktur atau *stressanalysis* menggunakan *Autodesk Inventor 2016*, dan membuat program untuk menjalankan konveyor menggunakan arduino. Hasil dari perancangan konveyor pengisi bejana untuk penelitian di laboratorium memiliki dimensi dengan panjang 100 cm, lebar 30 cm, tinggi 40 cm. kapasitas konveyor 31,67 liter/jam. Daya konsumsi yang dibutuhkan sebesar 1,39 Watt. reduksi motor listrik menggunakan *gear box* NRV 050. Hasil *stressanalysis* menggunakan *Autodesk Inventor 2016* didapatkan hasil tegangan maksimum 0,0288 ksi, Displacemen maksimum 90,35 in dan faktor keamanan minimum 15 ul disimpulkan konstruksi layak dan aman bebanaan maksimal diasumsikan 5 kg.

Katakunci: *unit load*, *PMMA Plastic*, konveyor, *Autodesk Inventor 2016*.

### Abstract

*The design of this tool is expected to help the process of filling and transferring solutions that require accuracy and reduce the risk of solution spills. In activities in the laboratory process of filling the solution is still mostly done manually. Manual filling is usually less accurate, if it spills over it can be dangerous. Automatic solution is needed to fill the solution to be thorough and safe. Conveyor specifications with the type of unit load (unit load) and the direction of moving the load transporting horizontally. Material on the framework uses 3 mm thick iron, for the filling process using acrylic (PMMA Plastic) with a thickness of 5 mm. The design stages consist of: studying the literature, determining conveyor capacity, calculating power consumption, determining the effective stress of the belt, determining the tight side and the slack side of the drive, determining the nominal life of the bearing, calculating motor power, making the design, and analyzing the structural strength or stress analysis using Autodesk Inventor 2016, and create a program to run conveyors using Arduino. The results of the design of vessel filler conveyors for laboratory studies have dimensions of 100 cm long, 30 cm wide, 40 cm high. conveyor capacity of 31.67 liters / hour. The power consumption needed is 1.39 Watt. reduction of electric motors using the gear box NRV 050. The results of stress analysis using Autodesk Inventor 2016 results in a maximum voltage of 0.0288 ksi, a maximum displacement of 90.35 in and a minimum safety factor of 15 ul concluded that construction is feasible and safe maximum load is assumed to be 5 kg.*

Keywords: *unit load*, *PMMA Plastic*, conveyors, *Autodesk Inventor 2016*.

---

## 1. Pendahuluan

Dalam dunia industri saat ini sudah banyak yang menggunakan alat otomatis dan sudah banyak dikembangkan di negara maju dan berkembang. Contohnya pada pesawat angkut, dan mesin – mesin produksi. Dalam penggunaan alat otomatis terdapat kelebihan dan kekurangan yang terdapat pada alat tersebut. Misalnya kelebihan alat otomatis yaitu tenaga kerja lebih sedikit, produktivitas lebih banyak, dan lebih efisien. Sedangkan untuk kekurangannya yaitu perawatan dan penggantian komponen lebih rumit, dan harga komponen lebih mahal (M. Hendri, 2014).

Salah satu contoh alat yang menggunakan mesin otomatis yaitu pada konveyor. Konveyor sering digunakan untuk memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lain. Sekarang konveyor sudah banyak dikembangkan dari segi kegunaannya. Misalnya pada pabrik semen menggunakan belt konveyor untuk mengangkut material dan produknya, pada industri minuman kemasan menggunakan rotari konveyor untuk mengisi minuman ke dalam botol (Raharjo, 2012). Perancangan conveyor yang telah dilakukan menggunakan arduino berbasis RFID. Prototipe ini digunakan untuk penyajian makanan. Pemesanan makanan dilakukan dengan menggunakan RFID sebagai kartu menu makanan. Sinyal RFID ini akan digunakan sebagai masukan ke pengendali arduino untuk dapat menggerakkan konveyor dan menampilkan hasil pemesanan di layar LCD (Nurromdon, 2015).

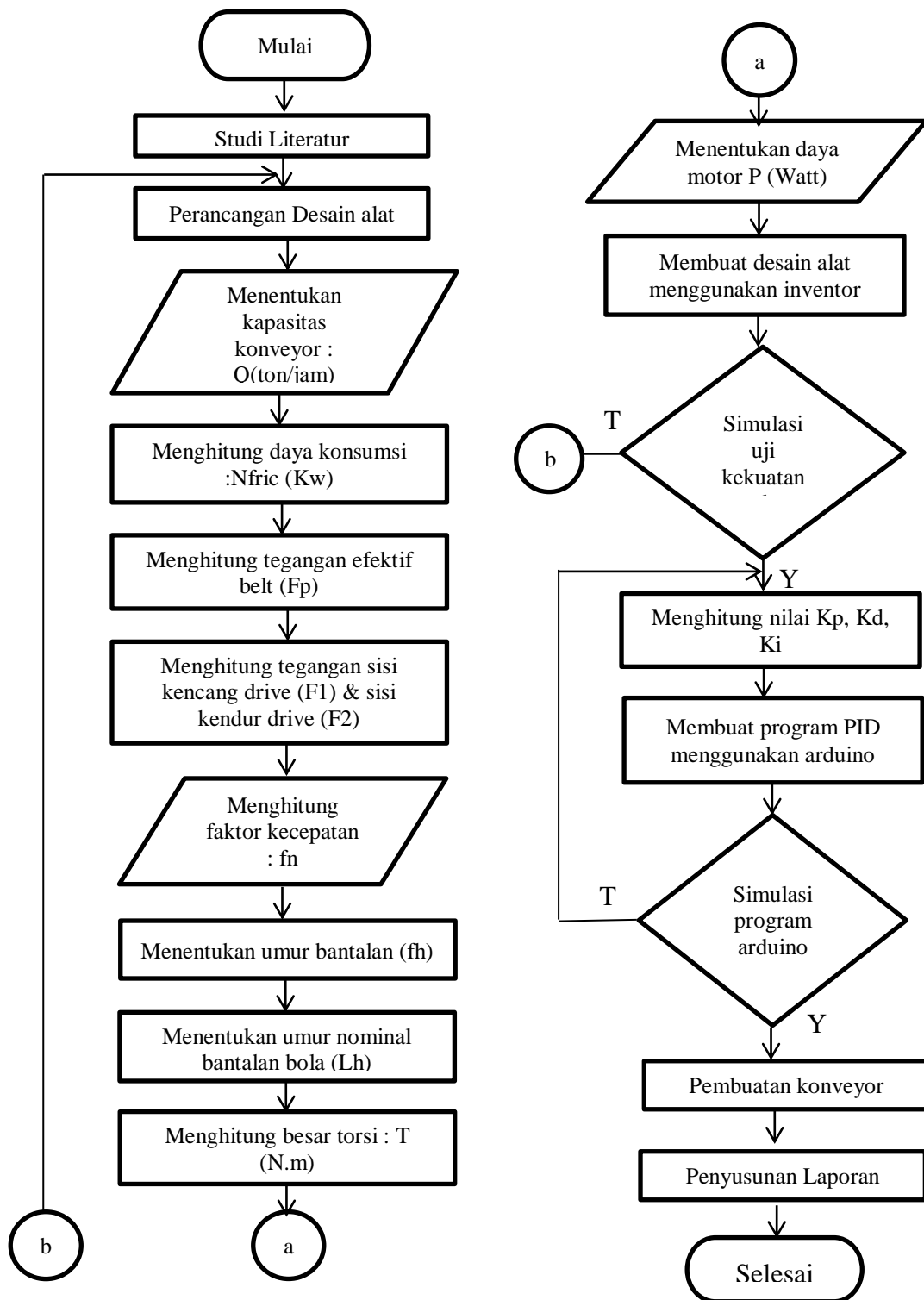
Konveyor adalah suatu alat yang umumnya digunakan di industri untuk mengangkut barang hasil produksi setengah jadi maupun hasil produksi dari satu ke tempat yang lain. Ada dua jenis material yang dipindahkan yaitu muatan curah (*bulk load*) dan muatan satuan (*unit load*). Berdasarkan jenis material yang akan dipindahkan konveyor dibagi menjadi 3 yaitu : konveyor berdasarkan muatan curah (*bulk load*) contoh nya *Bucket konveyor*, *Screw konveyor*, dan *Pneumatic konveyor*. Untuk konveyor berdasarkan muatan satuan (*unit load*) contoh nya *Roller konveyor*, *Escalator*, dan *Overhead konveyor*, dan berdasarkan muatan keduanya (curah dan satuan) contoh nya *Apron konveyor*, dan *Belt konveyor*.

Tipe beban dan sifat – sifat fisik serta sifat mekanik beban merupakan faktor utama dalam penentuan desain dan komponen – komponennya. Beban dapat dikategorikan menjadi dua yaitu : beban curah (*bulk load*), dan beban satuan (*unit load*)

## 2. Metode

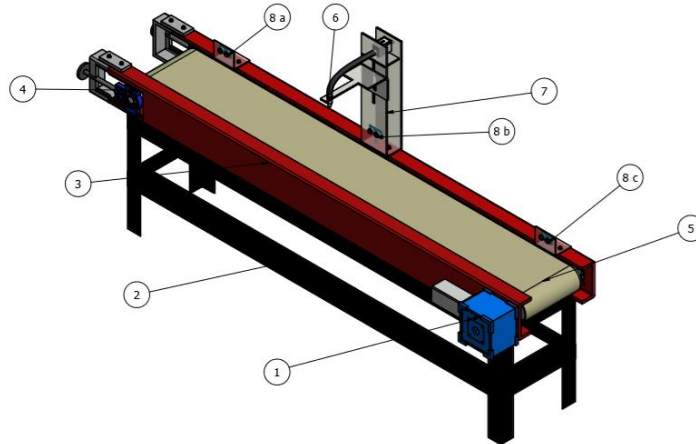
Hal yang perlu dilakukan dalam perancangan terlebih dahulu mengetahui sekema konveyor. Setelah mengetahui sekema yang digunakan maka dapat membuat sistem yang akan digunakan, desain alat, perhitungan elemen mesin.

Perancangan konveyor pengisi bejana menggunakan kontrol PID dilakukan sesuai dengan gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Proses Perancangan Konveyor Pengisian Bejana.

### 1. Hasil Perancangan dan Pembahasan



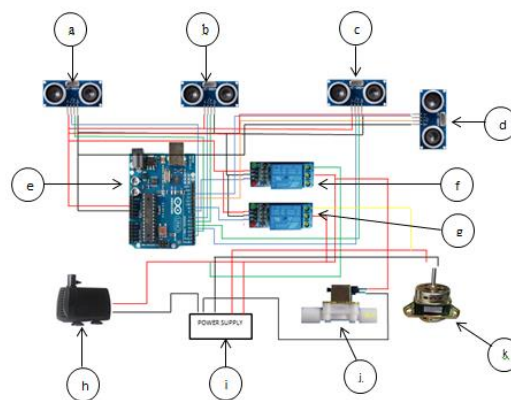
**Gambar 6.** Desain Konveyor Pengisi Bejana

Gambar 6 menunjukkan hasil rancangan *Prototype* konveyor pengisi bejana menggunakan software Autodesk Inventor Professional 2016. Terdapat beberapa komponen yang di tunjukkan pada gambar yaitu :

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| 1. Rangka gear bok        | 6. Rangka dudukan nozel                         |
| 2. Rangka meja conveyer   | 7. Rangka dudukan solenoid valve dan flow meter |
| 3. Rangka belt conveyer   | 8. Dudukan sensor a, b, dan c                   |
| 4. Rangka dudukan bearing |   |
| 5. Belt conveyer          |   |

#### Sistem Kerja Alat

Pertama bejana diletakkan di depan sensor 1 kemudian motor bergerak setelah sampai di sensor 2 motor akan berhenti. Kemudian pompa akan aktif dan mulai proses pengisian. Air dari *reservoir* akan di pompa menuju bejana melewati *solenoid valve*, *flow meter*, dan *nosel*. Dimana *solenoid valve* digunakan untuk mengendalikan air yang mengalir sesuai dengan program. *Flow meter* digunakan untuk mengukur debit air yang mengalir. Setelah mencapai set point yaitu 5 cm di bawah sensor atau 450 mili liter pompa akan berhenti dan motor akan aktif. Setelah sampai di sensor 4 motor akan mati. Di sini arduino digunakan untuk mengendalikan dan mengatur program yang telah dibuat.



**Gambar 7.** Sekema alat yang dirancang.

Dari gambar 7. dapat di jelaskan fungsi komponen dari sekema alat di atas sebagai berikut : Sensor Ultrasonic (a), (b), (c), dan (d) digunakan untuk menerima sinyal. Arduino uno ditunjukkan huruf (e) digunakan untuk mengolah sinyal dan mengatur program yang telah di buat. Relay ditunjukkan huruf (f) dan (g) digunakan untuk memutus dan menyambung arus listrik. Pompa air ditunjukkan huruf (h) digunakan untuk mengalirkan air dari tampungan pada waktu proses pengisian. Solenoid valve ditunjukkan huruf (j) digunakan untuk membuka dan menutup aliran air sesuai program. Motor listrik ditunjukkan huruf (k) digunakan untuk menggerakkan konveyor. Power supply ditunjukkan (i) digunakan untuk menyuplai arus listrik ke semua komponen dan merubah arus AC menjadi arus DC.

**Perencanaan Kapasitas dan Daya Konveyor**

Kapasitas berat beban per meter pengangkutan dengan jenis pengangkutan beban satuan. Jika volume beban perunit ( $I_0$ ) 0,5 liter, jarak antara unit (a) 0,3 meter, kecepatan motor 1400 rpm, panjang konveyor (L) 100 cm, dan lebar konveyor 30 cm, maka jumlah yang dipindahkan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$q = \frac{I_0}{a} \cdot \varphi \dots\dots\dots(1)$$

$$= \frac{0,5}{0,3 \text{ m}} \times 90\% = 1,5 \text{ (liter/m)}$$

Dengan, q = volume/ meter (liter/s),  $I_0$ = volume beban perunit (liter),  $\varphi$  = efisiensi yang dipertimbangkan, a = jarak antara unit (m).

$$Q = 3,6 \cdot q \cdot v \dots\dots\dots(2)$$

$$= 3,6 \times 1,5 \times 5,864 = 31,67 \text{ (liter/jam)}$$

Dengan, Q = Kapsitas conveyor perjam (liter/jam), v = laju pengangkutan (m/s).

$$P_{conv} = N_{fric} = \frac{W_{fric}}{102} = \frac{1000 \cdot q \cdot L \cdot \omega}{3600 \times 102}$$

$$= \frac{q \cdot L \cdot \omega}{367} \dots\dots\dots(3)$$

$$= \frac{1,5 \times 1 \times 0,33}{367} = 0,00135 \text{ (Kw)} = 1,35 \text{ (watt)}$$

Dengan,  $N_{fric}$  = Daya konsumsi yang dibutuhkan (Kw),  $\omega$  = faktor gesekan.

**Perhitungan Poros Pada Konveyor**

Menghitung Momen Rencana

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{P_d}{n_1} \dots\dots\dots(4)$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times \frac{0,211}{28} = 7339,79 \text{ (kg.mm)}$$

Dengan, T = momen rencana (kg.mm),  $P_d$  = daya rencana (kW),  $n_1$ = output motor penggek (rpm).

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{(S_{f1}-S_{f2})} \dots\dots\dots(5)$$

$$= \frac{48}{(6 \times 2)} = 4 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

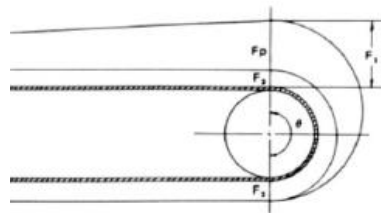
Dengan,  $\tau_a$  = Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm<sup>2</sup>),  $\sigma_b$  = kekuatan tarik material (kg/mm<sup>2</sup>).

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{\tau_a} \times K_t \times C_b \times T \right]^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(6)$$

$$= \left[ \frac{5,1}{4} \times 1 \times 1,3 \times 7339,79 \right]^{\frac{1}{3}} = 22,99 \text{ (mm)}$$

Dengan,  $d_s$  = diameter poros (mm),  $C_b$  = faktor beban lentur ,  $K_t$  = faktor koreksi tumbukan.

**Perhitungan Tegangan Terjadi Pada Drive**



**Gambar 8.** Distribusi tegangan pada drive konveyor

$$F_p = \frac{6120 \times P_{conv}}{v} \dots\dots\dots(7)$$

$$= \frac{6120 \times 0,00135}{5,864} = 1,41 \text{ (kg)}$$

Dengan,  $F_p$  = tegangan efektif belt (kg),  $v$  = kecepatan belt (m/s).

$$F_1 = \frac{F_p \times e^{\mu \cdot \theta}}{(e^{\mu \cdot \theta} - 1)} \dots\dots\dots(8)$$

$$= \frac{1,41 \times e^{\mu \cdot 3,14}}{(e^{\mu \cdot 3,14} - 1)} = 2,18 \text{ (kg)}$$

Dengan,  $F_1$  = tegangan sisi kancang drive (kg).

$$F_2 = \frac{F_p}{(e^{\mu \cdot \theta} - 1)} \dots\dots\dots(9)$$

$$= \frac{1,41}{(e^{\mu \cdot 3,14} - 1)} = 0,77 \text{ (kg)}$$

Dengan,  $F_2$  = tegangan sisi kendur drive (kg).

**Perhitungan Umur Bantalan**

Tabel 1. Spesifikasi bantalan (sumber : SKF Bearing).

Jenis Bantalan	Di (mm)	Nilai C (kN)	Nilai P (kN)
UCT 205	25	14	0,335

$$f_n = \left(\frac{33,3}{n}\right)^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(10)$$

$$= \left(\frac{33,3}{28}\right)^{\frac{1}{3}} = 1,059$$

Dengan,  $F_n$  = faktor kecepatan untuk bantalan bola,  $n_1$ = output motor penggek (rpm).

$$f_h = f_n \cdot \frac{C}{P} \dots\dots\dots(11)$$

$$= 1,059 \times \frac{14 \text{ (kN)}}{0,335 \text{ (kN)}} = 44,257$$

Dengan,  $f_h$ = faktor umur bantalan .

$$L_h = 500 \times (f_h)^3 \dots\dots\dots(12)$$

$$= 500 \times (44,257)^3 = 43,342695,72 \text{ (jam operasi)}$$

Dengan,  $L_h$  = umur nominal untuk bantalan bola (jam operasi).

**Perhitungan Daya Motor**

Jika mesin mempunyai beban, maka membutuhkan daya untuk menggerakkan mesin tersebut, diketahui mesin mempunyai beban 3 kg, jari-jari drive 40 mm, dan kecepatan mesin 1400 rpm.

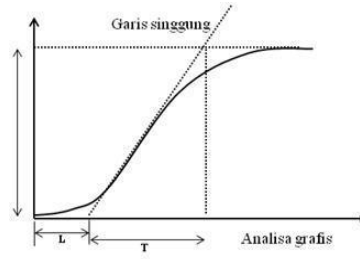
Daya motor yang dihasilkan oleh torsi dan kecepatan putar (RPM) dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{Motor} = \frac{T \cdot N \cdot 2\pi}{60} \dots\dots\dots(13)$$

$$= \frac{1,2 \times 1400 \times 2 \times \pi}{60} = 175,93 \text{ Watt} = 0,17593 \text{ Kw}$$

**Perhitungan tuning PID**

Aspek yang sangat penting dalam desain kontroler PID adalah penentuan parameter kontroler PID supaya sistem *close loop* memenuhi kriteria performasi yang diinginkan.



**Gambar 9.** kurva waktu jeda (L) dan waktu konstan (T).  
**Sumber :** <https://fahmizaleeits.wordpress.com>

$$K_p = 1,2 \times \frac{T}{L} \dots\dots\dots (14)$$

$$= 1,2 \times \frac{24}{13} = 2,215$$

Dengan,  $K_p$  = nilai konstanta proporsional, L = titik pertama sampai garis singgung.

$$K_i = \frac{K_p}{T_i} \dots\dots\dots (15)$$

$$= \frac{2,215}{26} = 0,085$$

Dengan,  $K_i$  = nilai konstanta integral,  $T_i$  = waktu integral (s).

$$K_d = \frac{K_p}{T_d} \dots\dots\dots (16)$$

$$= \frac{2,215}{6,5} = 0,341$$

Dengan,  $K_d$  = konstanta derivative,  $T_d$  = waktu derivative (s).



## 2. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil perancangan dan pengujian desain konveyor pengisi bejana untuk penelitian di laboratorium diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada perancangan konveyor ini di dapat dimensi alat dengan panjang 100 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 40 cm.
2. Komponen – komponen pada konveyor yaitu roll konveyor, meja konveyor, dudukan konveyor, tiang pengisi bejana, dan gear box. Dan untuk komponen – komponen elektronik pada konveyor yaitu sensor ultrasonic, relay, motor listrik, arduino uno, solenoid valve, flow meter, dan pompa air.
3. Perancangan konveyor dengan beban satuan (*unit load*), dan kapasitas konveyor 31,67 liter/jam dengan 500 ml/gelas .

## Daftar Pustaka

- Adhiharto, C. R. (2018). *Studi Perancangan Konveyor PT. Century Batteries Indonesia*. Jurnal Politeknik Manufaktur Bandung, 8.
- Fahmi, W. B. (2017). Perancangan dan Pembuatan alat Pelipat Baju Dengan Pengontrol Sistem Elektro Pnuematik dan PLC Untuk. *Jurnal Material dan Proses Manufaktur - Vol.1 No.2*, 46-55.
- Hendri, A. S. (2014). *Miniatur Conveyor Otomatis Berbasis Mikrokontroler*. Jurnal Ilmiah Media Processor Vol.9 No.1, Februari 2014 ISSN 1907-6738, 34-43.
- Nur'ainingsih, I. T. (2010). *Sistem Kendali Conveyor Otomatis Berbasis Mikrokontroler AT89S51*. Jurnal ilmiah teknologi & rekayasa, volume 15 No.3, desember 2010, 11.
- Nurromdon, M. R. (2015). *Prototipe Sistem Penyajian Makanan Menggunakan Arduino Berbasis RFID*. Jurnal Autocracy, vol.2, Desember 2015, 108-116.
- Rosi, I. N. (2017). *Rancang Bangun Alat Pembuat Minuman Kopi*. Jurnal Ilmiah Mikrotek Vol. 2, No.4, 35-45.
- Sularso, K. S. (2013). Sularso, K. S. (2013). *Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradya Paramita.